飞机的發展过程

飞机的迅速發展只不过五十年的历史。我們知道：飞机所以能飞，是靠翅膀，有翅膀才有升力。翅膀面积大、飞行速度高，升力就大，但是飞机所受的阻力也就加大，所需要的动力也就增加，这样飞行的速度就有了限制。也因为同样的原故，翅膀有一定面积的飞机不能飞得太慢，飞得太慢了升力就不够，就要从空中跌落。所以飞机有一个最大速度，也还有一个最低速度。飞机初發明的时候，因为动力小，它的最大速度很小，和最低速度差不多一样大。因此，能飞十尺高，二三十尺远，就算是很大成功。飞机是在这样很簡陋很困难情形下开始的。以后逐步加以改进，这种改进有几个方面：一个是在空气动力方面，改进翅膀形狀，增加升力，一面又要减少阻力。减少阻力的办法是使外露的部分簡單和流綫型化。早年，飞机有兩層翅膀，再早有三層、四層的，支架也很多。現在不同了，飞机只有一个翅膀。这些發展都尽量改进飞机的外形，减少阻力，提高空气动力的效率。另一方面是把飞机做得更結实，改良它的材料和結構。早年，飞机是木結構，包上布噴上漆。初步的改进是在第一次世界大战以后，用鋼架代替了木架；但仍包布噴漆。后来不用包布噴漆了，用鋼架千層板。直到1930年以后才有了更进一步的改进，开始制全金屬飞机。用的金屬是鋁合

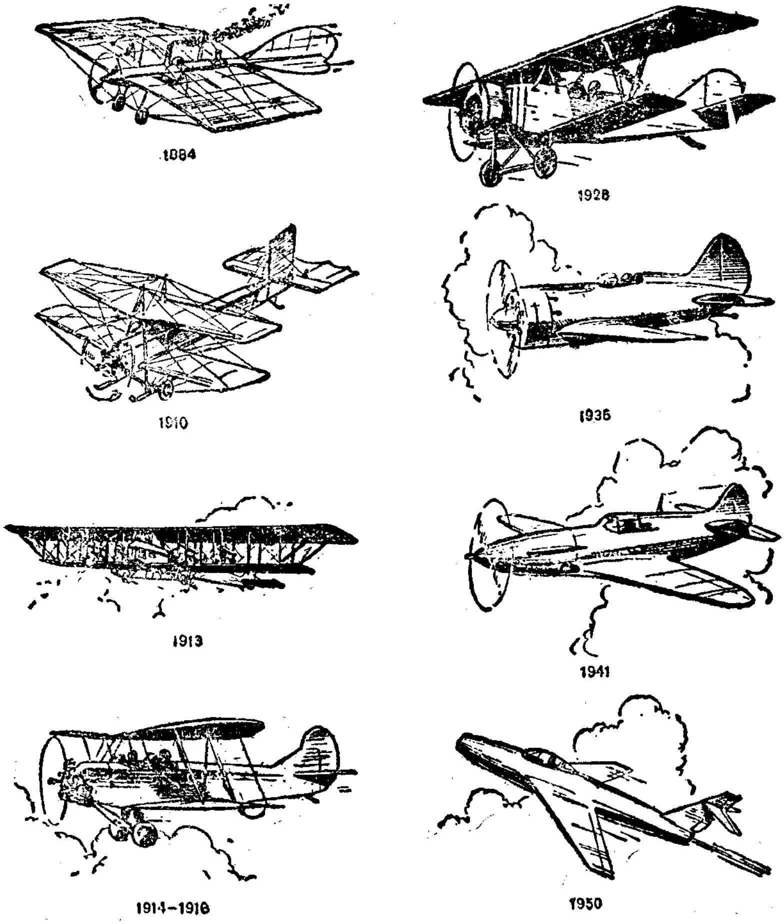

圖 1

飞机形狀的改变——从第一架飞机(莫扎伊斯基設計)到現在的噴气式飞机。

金，在工程学上叫硬鋁。（圖 1）

所有这些改进的目的都是使飞机能飞得更快，但是一个基本問題仍然沒有解决，那就是推进力量的問題。这个問題的重要性是早就被航空家所注意了。怎样衡量推进的力量呢？那可以从每产生一匹馬力的动力需要多少重量的机器来衡量。因为减輕重量和飞行效率的关系很大。輪船上的蒸汽机，發一匹馬力，就要有二十多公斤重。对飞机来說，这样就太重了。早年曾有人考虑在飞机上用蒸汽机，但那太重，不行。后来用內燃机，經过很大改进，發一匹馬力还要五公斤重。直到1930年以后，作到發一匹馬力只要半公斤了。到这时旅客机速度达每小时 300 公里，軍用歼灭机达每小时400公里，而在三十年代世界飞行速度竞賽的冠軍飞机的速度达每小时 600 公里。到1939年，德国的一架空軍飞机得了錦标，速度每小时 700 多公里，（那些飞机不帶客貨，才能达到这速度）。在这个时期里，航空界流傳一句話，飞机速度到了頂点了，超过 700 多公里再向前發展就难了。因为再要快，就要接近声速了，也就是要达到每小时1,000公里，而愈接近声速，阻力就愈大，要化很大动力去推进飞机。装上內燃机的飞机，用活塞帶螺旋架，从整个机組重量来說，每發一匹馬力就要一公斤，也就是說在一定重量的限度內，动力不够大，不可能使飞机接近声速，因此那时的航空工程师說，声速好像一堵牆，飞机不能超过这堺声速的牆。那时代可以說是航空技术的黑暗时代。但就在那个时候，空气动力学家早已算出机翼在超声速下所受的力；他們也已經在試驗室得出这方面的資料。那是把飞机模型放在風洞里（風洞就是一个大管子，用鼓風机吹風，風的速度就由鼓風机来控

制。这样就把飞机与風的关系倒过来，飞机不动，風动，而空气对飞机的作用，和飞机动、風不动时是一样的。）在模型支架上可以測量出飞机各部分所受的力。可以說超声飞机所受的力的問題，理論上和实驗上都已經有了答案，問題就是沒有能發生巨大推力的、輕的机器。这是二次大战前的航空界的情况。

噴气式飞机

在二次大战里，航空动力方面有了很大改变，創造了噴气式推进机。噴气式推进机和活塞带螺旋槳的有什么不同呢？在基本原則上它們是一样的，都是把气体向后推，飞机就向前进。这个科学原理就跟用槳划船一样，槳把水向后推，槳受到反作用，就帶动着船向前去。螺旋槳把空气向后推，空气把飞机向前推。不同的是噴气式推进机所推后的那股气流通过內部机件，而螺旋槳所推后的空气不經过內部。噴气式飞机把空气从机头吸入机身，經过空气压縮机把空气压力提高。（圖 2）空气压縮机的作用和离心式的水泵一样，但比水泵轉得快，水泵每分鐘几百轉，压縮机每分鐘約 7,000 轉以上。被压縮的空气，通到燃燒箱，使噴进的煤油燃燒，溫度更高，用这样高溫高压的气体，吹动了渦輪，所产生的动能，正好能轉动空气压縮机；所以渦輪的动能在机件內部就消耗掉了。但通过渦輪后的空气，溫度压力还相当高，就在尾管中膨脹，从尾管中噴出去的气体速度很高。所以对总的推进系統来說，进气慢，出气快，就等于把空气朝后推，因此空气就把飞机向前推。这是用空气压縮机的噴气式飞机，也就是渦輪式噴气推进机。还有一

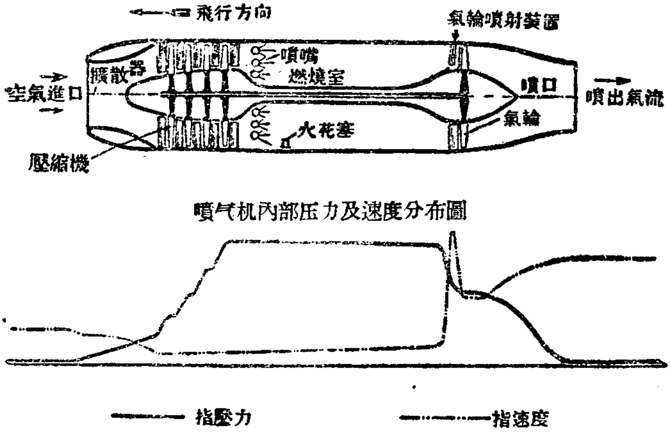

圖 2　軸向压縮机式渦輪噴气式發动机簡圖:
圖下曲綫表示發动机內部燃气的压力、速度的变化情形。

种噴气推进机是不要空气压縮机和渦輪的。我們可以用下面一个比拟来理解它：假如一个船在水里走，水冲激船头，水位迎着船头向上升，船头的压力就增大，这就是說流体的速度的改变，会改变压力，流速小，压力就大。空气流动时也有同样情况。这种噴气推进机的整个机器就是一条开口管子，进口比較小，随后管子就粗了，飞机从机头吸进空气后（圖3），进入管子比較粗的部分，空气就流的慢，压力就增高，然后噴入油料，燃燒加热，再从出口噴出，噴出去速度比吸入速度大，因此也能推动飞机，这就叫作冲压式噴气推进机。此外也还有不用吸入空气的噴气式推进机，它自己帶了液体氧和燃料，可以在机器中燃燒，得到高溫高压的气体，再噴出去，这就是火箭。德国的 V-2火箭就帶了酒精和液体氧。

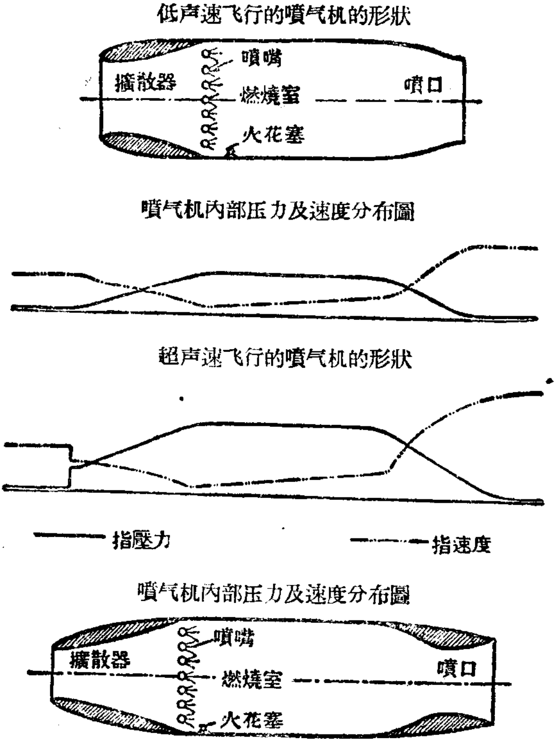

圖 3 冲压式空气噴气式發动机簡圖：
圖下曲綫所示系發动机内部燃气的压力、速度的变化情形。

噴气推进机和活塞式比較起来，机件比較簡單，也比較輕。早期的渦輪噴气式推进机，就可以作到每一馬力半公斤重，現在作到 1/10 公斤，而活塞式一馬力就要一公斤，这就是說同重量的机器，噴气式的比活塞式的力量大 10 倍。因此就解决了活塞式不能解决的加大动力問題。飞机速度也可以大大地提

高了。二次大战中叶开始試驗噴气式飞机，末期方出現了軍用噴气式飞机，以后几年發展很快，最早期的噴气推进机的推力只有 500 公斤,現在已到 10,000 公斤，而歼灭机的速度，到現在已經比声速高，每小时1,500公里左右,比二次世界大战前每小时 700 公里的最快飞速，增加一倍多，这是很大的进步。現在实驗和試造的飞机已达每小时 2,000 公里。轟炸机还没有达到声速，可是設計中的轟炸机要超过音速。

这是五十多年来飞机的發展的情况。

从另一面来看，軍用的噴气机的速度越过了声速，也就显示出它內在的矛盾，产生了消灭它自己的条件。原因是这样的：歼灭机的速度到了每小时 1,500 公里,人能否受得住呢？人对速度本身沒有什么反应，例如地球繞太陽轉的速度远比声音的速度快得多，可是在地球上的人类却毫無感覺，但人們对加速度的反应却很大。歼灭机跑得很快，轉弯就得轉大弯，如果轉小弯，就会腦中失血，暈眩，看不見东西；下冲加速太快，也会腦冲血、暈眩，看不見东西。速度再加快就轉不过弯来，歼灭机就失去了作用。另外因为飞机太快了，人腦反应就跟不上，兩个飞机对着飞，还来不及瞄准就过去了。無法瞄准，就無法打仗，这样的飞机就沒有战斗的效能。在轟炸机方面，高速度所需要的动力很大,因此燃料的消耗也很大,10,000 公斤推进力的噴气推进机的用油量，一秒鐘就要几公斤，因此超声速轟炸机跑 3,000 公里,投了彈,再飞回来，来回 6,000 公里，燃油量就大成問題。苏联旅客机ТУ 104，飞行航程最远 4,000 公里,速度每小时 800多公里，还低于声速。轟炸机想跑得更快，又帶上炸彈和人員，就不能飞远，否則就要中途加油

了。軍用噴气飞机，發展到現在只不过十多年，已經發現了这些困难。有人甚而至于說現在的歼灭机是最后一代了，而轟炸机也只不过再有一代。这句話虽然未免言之过甚，但也有它一面的道理：問題的关鍵都在于駕駛人，对歼灭机来說，如果沒有駕駛人就可以不考虑加速度的極限，飞行速度再快些也不会有問題。对轟炸机来講，沒有人就不需要飞个来回，單程就可以了，燃料問題也就减輕一半。那么沒有駕駛人員的飞机是什么呢？那就是导彈。因此我們也可以肯定地說：战斗用的軍用飞机終究是要被导彈所代替的，只不过是时間迟早的問題。到那个时候，飞机在軍事应用上就只是一个运輸工具了——自然是一个很重要的运輸工具！

导彈和它的自动控制

导彈上沒有人，这就要用自动控制。現在世界各国都在用很大的力气發展导彈，导彈上犯不着用渦輪式推进机，因为渦輪式机件复杂成本高，导彈只用一次，到达目标后，一炸了事，不必考虑机器的經久耐用，所以不如用冲压式噴气机或火箭来推进。后面兩种在性能上也有分別，冲压式需要空气，如飞得太高，高空的空气稀薄，就不能吸入足够的空气，所以冲压式噴气机不能到达眞正高空。在高空就要用火箭。因为火箭自己帶有氧气，就不怕高空空气少。也就因为它除燃料外还需要消耗氧气，所以它每單位拉力所需要的燃料重也就比較大，因此在导彈上我們也該尽可能地用冲压式噴气机。这說明了导彈和飞机在动力設备上有所不同。

导彈有好几种，它可以根据从什么地方放出和到达什么目

标来分类。有的导彈在空中放，有的在地上放；有的是打空中的目标，有的是打地上目标。因此共分四种，就是：从空中到空中；从空中到地面；从地面到空中；从地面到地面。空中到空中的是歼灭机使用的武器，飞机速度高了，槍炮打不准，用歼灭机帶导彈在远处放，再用自动控制設备讓导彈自动去找目标，就可以补救現在槍炮的缺点。从空中到地面或海面的一类中，有一种比較簡單的可控制的导彈，这种导彈等于一架小飞机，它無人駕駛，但彈头有电視，可把地面情况傳到另一架飞机或地面上的控制站。控制站根据情况，再發出信号控制导彈的飞行。从地面到空中是防空导彈（見封二圖4）。因为高射炮只能打到一万多公尺，而噴气机可飞达一万八千公尺以上，以后还可能达到二万多公尺，因此高射炮就打不着它，要靠防空导彈来打。从地面到地面的导彈(見封二圖5、6、7、8，見11頁圖9，10)，其中远射程的就是所謂洲际武器，是一个很大的火箭，也就像炮彈一样無翅膀完全靠速度大来达到距离远的目标。最近苏共第二十次代表大会中朱可夫的發言提到它。它实在就是兩或三节接力式的火箭，一个大火箭頂着小火箭，大火箭先放，获得一定速度以后，扔掉大火箭，点上小火箭，使它得到更快的速度。这样射程就可以达到六千公里，甚至一万公里，速度达到声速的15或20倍。比这类洲际武器小一些的是單节火箭，是和V-2火箭同一类型的，它們的射程小些，約有六百到八百公里。

这类火箭有什么好处呢？和轟炸机来比，它比較灵活，不需要飞行場，因为它可以从地面垂直起飞，达到相应速度以后轉向目标，只要用一个卡車帶一塊大鉄板，把鉄板在地上一鋪，就能放，在任何地点都可以放，速度也比轟炸机高，难防御。

它的主要問題是怎样才打得准确，如果一个就能打到目标，那么它的价錢虽高，但全面計算起来还是便宜。所以在导彈的整个的發展中，主要問題是准确，空气动力学和推进部份的問題，大致都已解决，困难的是自动控制部份。初步估計，要發展火箭导彈，20％力量投到空气动力学、材料强度、推进方面，80％投到控制方面。怎样来控制呢？首先是使导彈長上眼睛，自己能找目标。这件事說起来像封神榜西遊記上的故事，其实也并不神秘，主要是利用目标的特点来找目标。例如飞机發出的声音很响，飞机后面又噴气發热，而大鋼鉄工業都要冒烟發热。这都是它們的特点。所以我們只要在彈头上安裝了对声音和热特別敏感的仪器，当导彈到达目标附近时，便向声音最响或最热的地方前进。或者我們也可以在彈头上安裝了雷达来探測。但是我們要注意到：正像人的目力是有限度的，有眼睛的导彈彈头也不可能从离目标太远的地方来找寻目标，因此要把这导彈先引到目标的附近，然后才可利用它的彈头来自动找目标，这中間需要一个引导它到目标附近的控制系統。防空用导彈的控制系統，就要利用測敌机位置的雷达。雷达放出的無綫电波，跟着敌机走（圖11），然后使用对电波特別敏感的导彈沿着無綫电波打上去，这样导彈就一定能碰上敌机。

用雷达測飞机或导彈的位置，同时还要作快速計算，方才能及时作出适当的控制决定；这就要电子計算机，用人的計算是不够快的。所以导彈的腦筋是电子計算机，它是整个控制系統中的中心环节。現在我們就来講講电子計算机。

人們一般用十进位計算，电子計算机用的是开关，或开或关只有兩个可能性，并沒有十个可能性，所以电子計算机用的

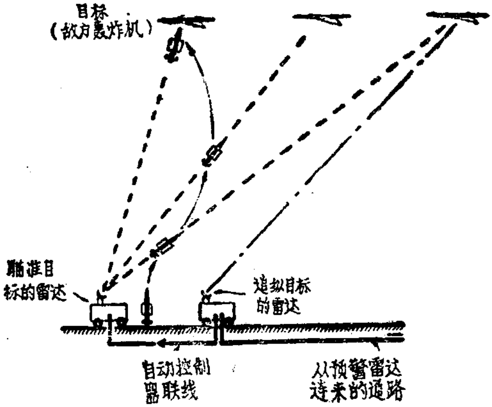

圖 11 防空飞彈控制系統示意圖。

是二进位，零是 0，一是 1，到了二就要进一位，写作10，到四就要进二位写作 100。由此可見引用了二进位，我們就把計算过程变为电路的开关过程，这也是数字式計算机的原則（見11頁圖12,12頁圖13)。計算的快慢就看开关跳得多快多慢，用电子去开关，只要百万分之一秒就行了。

所以电子的数字計算机是現在最快而又很准确的計算机。此外还有一种电子計算机是模拟式的，它不靠数字的运算，它的原理是利用一定电路系統和所要計算現象之間的相似性，也就是拿电的系統来模拟自然現象。一般来說，模拟計算机比数字計算机簡單，但沒有数字計算机的准确度(見12頁圖14、15)。当然从附圖中我們看到的計算机都不能說是小巧的，要把它們裝到导彈中去是不可能的，它們只可以留在地面上作为控制系統中的一部份。如果要把电子計算机裝到导彈里面去，作为彈身內控制系統的一部份，我們首先就必須把它"專業化"，只作

一件事(控制計算)，不要它万能，作通用計算；这样的計算机就可以簡單一些。但是只專業化还不够，我們还要小型化和超小型化，竭力縮小体积，从相当于一个櫃子的大小縮到一个盒子的大小。这不是一件容易的事。所以光能作通用計算机还不能解决导彈問題，我們还要进一步制造出超小型的專業計算机。

我們在上面所說的自动控制系統是依靠雷达定位裝置的。雷达發出的电波是直綫前进的，如果敌机很远，在地平面下，你就看不到它，所以現在的洲际武器控制系統就不能用电波控制，而用天文系統控制，导彈上帶着天象台，自动記忆系統，某时观測太陽在何方，經过計算机的記忆和計算系統，查对出自己所在的正确位置，然后通过自动控制系統的活动，校正飞行方向。导彈跑得很快，又要帶这样一批东西，天文观測系統还需要平稳而不受震动，这就难設計了。但好处也大，因为它可以不受别人的干扰，只受天体的控制。用这种控制方法的洲际火箭的速度快，不能用电干扰的方法使它失去效力。因此，要防御它就要用另一种导彈。也就是我們最后还要用导彈来打导彈。但这种导彈的准确度比現在要求的高得多，需要更高一級的科学技术水平。这是一个尙待解决的問題。

我們在前面約略地講过了航空發展的历史，而尤其着重于軍用航空技术的問題。当然我們知道民用航空的發展也是很快的，它是現代人們所不可缺的交通运輸工具。它的优点是速度高，因此可以节省很多的时間。拿它和火車比：我国鉄路行車速度一般不过每小时七十公里，而噴气式旅客机像 TУ104就有每小时八百公里到一千公里的速度，約为火車的十倍。所以飞机的發展已經对人类文化作出了很大的貢献。現在火箭导彈的

研究成果，也可以应用到交通运輸上去，把交通速度再提高十多倍，比火車的速度快一百多倍！这一个可能性可以这样来說明；我們在前面講过洲际火箭，它的射程有 6,000 公里，它的最高速度在每小时 15,000 公里以上。因为最大速度是在接近地面时出現的，这样的火箭落地的速度是很大很大的。我們如果在火

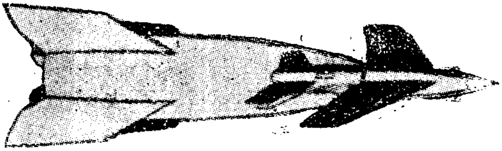

圖 17 V-2火箭改装后，用一个更大的火箭推送到高空，就能达到更远的目标。火箭組共重約100噸，航程4,500公里。

箭机身上装上一对翅膀（見12頁圖16及本頁圖17），当火箭从高空回到地面的时候，空气的密度增加了，翅膀就生出升力使火箭飄起滑翔，速度也逐漸因阻力而減小，最后着落地面。这样加上了一段滑翔过程，火箭就可以达到更远的距离。据計算，航程可以因此增加兩倍，也就是18,000公里。其实因为地球的半徑只不过6,500公里，地球上最远的距离也不过 20,000 公里，用了这种有翅膀的火箭差不多可以"一口气"从地球上的一点飞到任何其他一点。不但如此，因为这种远程火箭的起飞重量的大約80%是燃料，燃料燒完之后是很輕的，一装上了翅膀，就像一架飞机，因此它的着陆速度是和飞机的着陆速度不相上下的。这类有翼的火箭也可以坐人，用它作为交通运輸工具；这样从北京到莫斯科只要三、四十分鐘，当它实現的时候，交通运輸可以說进入一个新阶段了。

自然，导彈的發展是依靠了自动控制技术在过去 20 年的

进展。像前面所說。自动控制技术对导彈是非常重要的，导彈的發展也就把自动控制技术推到更高的水平。这就必然地会影响工業生产方法。

自动控制在工業中的应用

我們知道現在一般用車床生产的方法是：先要人看藍圖、裝料，夾刃具然后开始切削，人在其中只起了翻譯的作用，是把藍圖翻成机器的动作，讓刀具按照需要去切削。其实这些工作并不一定要人去作，可以用电子計算机和自动控制系統来代替人。工程师不必画藍圖，把自己所設計的东西，記录在卡片上或录音帶里，再把卡片和音帶安置車床上去，卡片或音帶的信号一出来，自动計算和控制系統就指揮机器完全自动地进行工作（見封三圖18）。此外，在一台机器完成几个加工步驟后，往往要把半成品送到另外的机器再上加工，这也可以自动化。把机器連起来，裝上自动运輸帶，自动搬运、安裝工件，自动調換車刀，自动完成全部加工过程，一台机器坏了就自动換上备用的机器，走另一条路綫：这就是通常所說的自动化。但还需要工程师或車間主任来照管机器的运行。現在，需要車間主任做的工作也可以用机器来代替了。用現在的計算机除能做数字計算外，还能作邏輯計算，也就是能有条有理地从几个可能性中选出最好的决定。机器操作的情况，用自动記录仪反映到計算上（見封三圖 19、20），經过邏輯計算，再去指揮机器。按照这个發展方向，不但体力劳动逐漸可以代替掉，一般变化不大的日常管理工作，也可讓机器来作，由电子計算机和自动控制系統来操縱。这就是無人工厂。这就达到了最高級

的自动化。

不但在工厂里是如此，在机关里我們也可以利用自动控制系統处理日常例行的事。像我們的有些圖書館，書多，管理人少，往往書一进去就找不到了。而管理圖書、档案的工作，一般比較簡單，其中有体力劳动和非創造性的腦力劳动，这也可以用机器代替。有的圖書館已經用压縮空气傳遞書了，可是还需要人去找書，把書从書架上送到輸送書的机器上去。將来，只要你把書摆在一定地方，有一定序列；然后編上一定号碼，放进电子計算机的記忆系統里，人們借書时，先找到卡片，打書号，到記忆系統就翻譯成書的位置，然后就自动送書。这就利用自动控制和記忆系統代替了圖書管理員。

人事管理局也可以按人編号，把人事記录放在录音帶上，需用时一按号碼，就自动通話傳来，并自动把記录打出。其他的管理和記录工作中，像管理原材料和成品的倉庫，公文档案，銀行，帳目等等，这一切都可以利用記忆系統和計算系統来代替了。这就是自动化了的管理和办公机关。

最后必須講一講机械化和自动化这兩个名詞內容的区别。我們如果把人类生产方法的整个演化过程分析一下，最早的生产方法是完全靠人們自己的体力，主要的是兩只手。再进一步，人們創造了工具，最初用石器，后来引用金屬。但这还是手工業，生产过程中所用的动力也还是靠人們自己的体力。从十八世紀开始，工業革命到来了，机械的动力代替了体力，动力加强了，动力集中了，使生产方法起了飞躍的变化，开始了生产机械化过程。从那时起，我們不断地用机械代替人力，不断地把主要工序机械化了，我們用了各式各样的車床、鑽床、

銑床、拉床、磨床等；来代替人的操作，以后速一般的輔助工序也机械化了。这也就是逐步地加强了机械化。但是無論机械化程度多么高，我們只做到用机械代替体力劳动，在工厂里还是需要技术工人来看管机械，一个車間也必須要設車間主任，一个厂也必須要生产主任，要工程师。这些管理的人員一般不作体力劳动，那么他們作些什么事呢？讓我們来分析一下，可以看出：他們第一是"看"机器，"看"生产情况，也就是收集生产情报；然后他們根据这些生产情报，运用他們的知識和經驗作出調整机器和生产过程的决定；最后他們执行这些决定。所以如果从自动控制体系的角度来看，管理人員的工作基本上是三部份："看"是測定；作决定是利用記忆系統的內容来运算，包含数据运算和邏輯运算；执行决定是控制。照我們在前面所說的自动控制和电子計算系統，这三部份的工作都不需要人，自动系統都能作。

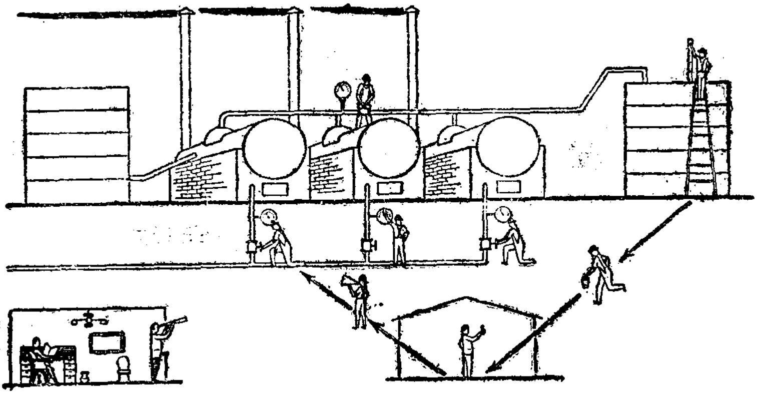

圖 21 ① 旧式的石油精煉工厂。它須要許多人員来看仪表、开开关、量油庫、試样。

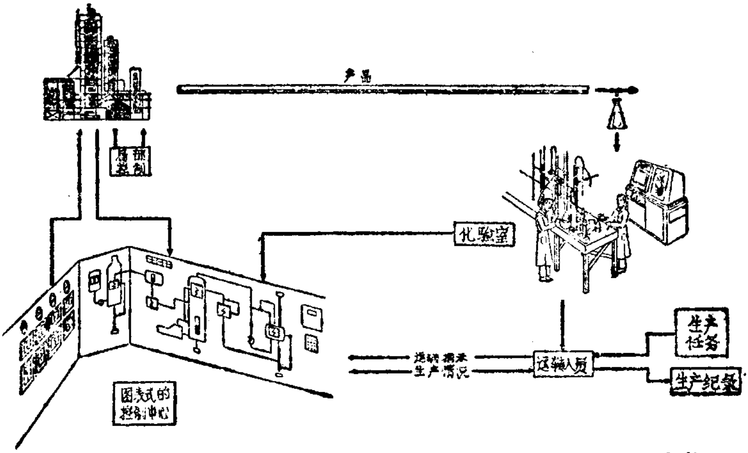

圖 21 ② 現在的石油精煉厂。人員是大大的地減少了，可是因为生产情况和样品分析还需要人，中間常有时間上的脫节，造成損失。

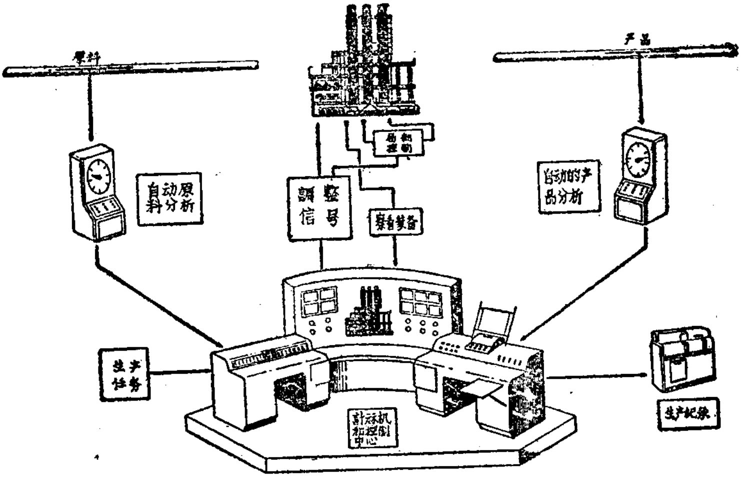

圖 22 完全自动了的石油精煉厂。也就是無人工厂。

如果我們眞的用了自动系統代替了管理人員的非創造性腦力劳动，这就是生产自动化(圖21①②)。当然，創造性的腦力劳动，机器是做不了的。所以可以說：机械化是用机器代替人的体力劳动，而自动化是用机械系統来替人作非創造性的腦力劳动。我認为如果我們叫机械化为第一次工業革命，那么自动化就应該是第二次工業革命了。

現在企業的自动化正在开始，無人工厂还沒有出現，所以我們还处在第二次工業革命的前夜，明天才是超高速飞行、星际航行、無人工厂、自动化办公室和圖書館的时代。也就是人类生产方式的一个新阶段。到那个时候，人們終于摆脫了一切非創造性的劳动，实現了共产主义的生产方法。(圖 22)

[General Information]
书名=从飞机导弹说到生产过程自动化
作者=著者：钱学森
页数=18
SS号=10340188
出版日期=1956年09月第1版